LIBRARY
OCEANIC FISH
INVESTIGATIONS

MEDDELELSER

FRA

KOMMISSIONEN FOR DANMARKS FISKERI- OG HAVUNDERSØGELSER

SERIE: PLANKTON · BIND II

Nr. 4. E. Steemann Nielsen: EINLEITENDE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE STOFFPRODUKTION DES PLANKTONS.

KØBENHAVN
C. A. REITZELS FORLAG
BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI A/S
1932

MEDDELELSER FRA KOMMISSIONEN
FOR DANMARKS FISKERI- OG HAVUNDERSØGELSER
SERIE: PLANKTON · BIND II · NR. 4 · 1932

EINLEITENDE UNTERSUCHUNGEN ÜBER DIE STOFFPRODUKTION DES PLANKTONS

VON

E. STEEMANN NIELSEN

KØBENHAVN
C. A. REITZELS FORLAG
BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI A/S
1932

Eins von den allerwichtigsten Problemen, womit sich die moderne Meeresforschung beschäftigt, ist die Produktion von organischem Stoff im Meere. Sieht man von der Zufuhr von organischem Stoff vom Land ab, bestehen die Stoffproduzenten aus zwei Gruppen: erstens den Seegräsern und festsitzenden Algen, zweitens den Planktonalgen. Während auf offener See die Planktonalgen die einzigen autotrophen Stoffproduzenten sind, ist die Sache eine andere in Gewässern wie den dänischen. Es ist behauptet worden (C. G. Joh. Petersen und P. Boysen Jensen 1911), dass die Planktonalgen in den dänischen Gewässern im Verhältnis zu den festsitzenden Pflanzen nur eine unbedeutende Rolle als Stoffproduzenten spielen. Wie gut begründet diese Behauptung ist, lässt sich schwer beurteilen. Sie hat aber den Verfasser veranlasst, das Problem aufzunehmen, und als erstes Resultat wird hier eine Mitteilung über die Grösse der Stoffproduktion der Planktonalgen gegeben.

Während seit vielen Jahren von Seiten vieler Nationen umfangreiche Untersuchungen gemacht sind, um das quantitative Vorkommen der Planktonalgen festzustellen, ist nur in den allerletzten Jahren mit der eigentlichen Stoffproduktion gearbeitet, vor allem der täglichen Kohlensäureassimilation der Algen in den verschiedenen Tiefen im Meere. Wenn man in einer bestimmten Tiefe grosse Mengen von Plankton findet, braucht es durchaus nicht zu bedeuten, dass in dieser Tiefe auch eine grosse Produktion von organischem Stoff stattfindet.

Pütter (1924), Gaarder und Gran (1927), Marshall und Orr (1928), Gran und Thompson (1930) haben Untersuchungen über die Kohlensäureassimilation angestellt, indem sie diese durch den ausgeschiedenen Sauerstoff bestimmten. Während Marshall und Orr zu ihren Versuchen eine Reinkultur von der Diatomé Coscinosira polychorda gebrauchten, benutzten Gaarder und Gran, und Gran und Thompson Meerwasser mit dem natürlichen Gehalt von Planktonorganismen. Die Versuche von Pütter enthalten so grosse Fehler, dass man sie am besten ausser Acht lässt.

Nachstehende Arbeit gibt die Resultate von einigen Respirations- und Assimilationsversuchen mit Rohplankton. Sie wurden während eines Aufenthaltes auf dem marin-biologischen Laboratorium in Frederikshavn im Sommer 1931 vorgenommen. Die Versuche wurden in dem grossen Aussenhafen, wo das Wasser immer frisch bleibt, ausgeführt. Der Aussenhafen, der etwas über 8 Meter tief ist, dient nur als Schutz für den eigentlichen Hafen. Das Wasser wird mehrmals täglich durch einen eingehenden kräftigen Strom erneuert. Das Wasser enthielt konstant grosse Mengen von Detritus, aber durchschnittlich nicht mehr als das Wasser, das weit ausserhalb des Hafens geschöpft wurde. Es war natürlich nur möglich die Detritusmengen nach Zentrifugierung einer Wasserprobe schätzungsweise zu bestimmen.

Die Respiration wurde durch die Sauerstoffabsorption in Flaschen, die mit schwarzem Wachstuch verhüllt wurden, gemessen, während die Kohlensäureassimilation durch die Sauerstoffausscheidung in unverhüllten Flaschen gemessen wurde. Die Sauerstoffbestimmungen wurden nach einer speziellen Winkler'schen Methode ausgeführt. Nachdem die Wasserproben mit den üblichen Reagentien behandelt waren, wurden statt des ganzen Volumens nur 5 ccm mit einer $\frac{N}{200}$ Natriumtiosulfatlösung titriert. Die Bürette fasste 2 ccm und

konnte auf $\frac{1}{200}$ ccm abgelesen werden. Diese Anordnung erlaubt, dass man mehrere Titrierungen nacheinander in einer Wasserprobe machen kann.

Zum Schöpfen von Wasser mit dem natürlichen Gehalt von Plankton aus den verschiedenen Tiefen wurde ein MEYER'scher-Wasserschöpfer gebraucht. Es war eine kräftige Glasflasche, die ungefähr $2^1/_2$ Liter enthalten konnte und mit einem grossen Gewicht von Blei versehen war. Nachdem sie sorgfältig gereinigt und leicht zugekorkt war, wurde die Flasche nach der gewünschten Tiefe gesenkt. Mit einem raschen Zug an der Leine wurde der Kork entfernt, und die Flasche füllte sich mit Wasser. Nach schnellem Aufziehen wurde ein Glasstöpsel in der Weise eingesetzt, dass sich keine Luftblase in der Flasche befand. Nun wurde kräftig geschüttelt. Einige Glaskugeln in der Flasche bewirkten eine effektive Umrührung. Eine Reihe 100 ccm Flaschen, die mit Glasstöpseln versehen waren, wurden so schnell wie möglich mit einem Heber gefüllt. Während eine Flasche sofort für die Sauerstoffbestimmung nach WINKLER bereitet wurde[1]), wurden die andern in verschiedene Tiefen gesenkt, indem sie an einer Boje, die sich in der Mitte des Aussenhafens befand festgemacht wurden. Zur Bestimmung der Respiration wurden einige mit schwarzem Wachstuch umhüllt.

In der Regel wurden Parallelversuche in allen Tiefen gemacht; doch genügte hierbei der Versuch mit einer Flasche, sofern ein kräftiges Umrühren in dem Wasserschöpfer vorher stattfand. Die Unterschiede lagen immer nahe der Genauigkeitsgrenze der Titrierung. Ausserdem gestattete, wie gesagt, die spezielle Anordnung der WINKLER'schen Methode, dass man mehrere Sauerstoffbestimmungen in einer Flasche machen konnte.

Bei den meisten Versuchen wurde Wasser aus einer Tiefe von 8 Meter und 0,2 Meter geschöpft. Die Flaschen mit Wasser aus 8 Meter wurden in Tiefen von 8, 5 und 2 Meter versenkt, während die Flaschen mit Wasser aus 0,2 Meter in Tiefen von 2 und 0,2 Meter versenkt wurden.

Die Temperatur des Wassers wurde am Anfang und Abschluss des Versuches gemessen, aber leider können nur die Zahlen für die Oberfläche gebraucht werden, da das einzige zur Verfügung stehende Wendethermometer sich als unzuverlässig erwies.

Mit einem Lichtmesser nach BOYSEN JENSEN (1928) wurden die roten Strahlen im Lichte an der Oberfläche gemessen. Durchschnittlich wurden diese Messungen jede zweite Stunde vorgenommen. An einigen Tagen mit absolut klarem Sonnenschein wurden diese Messungen doch nicht durchgeführt.

Die Versuche wurden mit einer Ausnahme alle um 8 Uhr abends angefangen und hatten eine Dauer von 24 Stunden. Eine Versuchszeit von genau 24 Stunden wurde benutzt, um ein Mass für die tägliche Produktion zu bekommen. Um festzustellen ob die Assimilations- und Respirationsintensitäten während einer Versuchzeit von 24 Stunden sich nicht veränderten, wurden einige spezielle Versuche gemacht.

Versuch A.

$^{30}/_7$ Uhr 20—$^{31}/_7$ Uhr 20.

Das Wasser wurde aus einer Tiefe von 0,2 Meter geschöpft. Der Sauerstoffgehalt war 8,20 mg/l. Die Versuchsflaschen wurden sofort in eine Tiefe von 2 Meter ausgesetzt. Den $^{31}/_7$ war das Wetter leicht bewölkt. Die Lichtmenge am Vormittag und Nachmittag war ungefähr dieselbe, jedenfalls ziemlich optimal.

	Gehalt von O_2 in mg/l	Zunahme von O_2 in mg/l	Respiration in mg/l	Reelle Assimilation in mg/l
Fl. 1 wurde unverhüllt ausgesetzt	8,52	+ 0,32	0,24	0,56
Fl. 2 — — — $^{31}/_7$ Uhr 12 verhüllt	8,24	+ 0,04	0,24	0,28
Fl. 3 — verhüllt — $^{31}/_7$ Uhr 12 dem Lichte ausgesetzt	8,24	+ 0,04	0,24	0,28
Fl. 4 — — —	7,96	÷ 0,24	0,24	..

[1] Man könnte annehmen, dass der Gebrauch eines MEYER'schen Wasserschöpfers bewirkt, dass der Sauerstoffgehalt sich ändert, da das Wasser bei der Füllung in Verbindung mit der ausströmenden Luft kommt; aber eine Reihe von Kontrolversuchen mit einer Umkippschöpfflasche zeigte, dass die Unterschiede nur ganz klein waren, wohl immer unter 1 %.

Versuch B.

$^1/_8$ Uhr 20—$^3/_8$ Uhr 20.

Das Wasser wurde aus einer Tiefe von 0,2 Meter geschöpft. Der Sauerstoffgehalt war 8,16 mg/l. Die Versuchsflaschen wurden sofort in eine Tiefe von 2 Meter ausgesetzt. Klarer Sonnenschein an beiden Versuchstagen. Die Temperatur an der Oberfläche war $^1/_8$ Uhr 20: 16,6°, $^2/_8$ Uhr 20: 17,5°, $^3/_8$ Uhr 20: 18,5°.

	Gehalt von O_2 in mg/l	Zunahme von O_2 in mg/l	Respiration in mg/l	Reelle Assimilation in mg/l
Fl. 1 unverhüllt ausgesetzt, aufgenommen $^2/_8$ Uhr 20	8,72	+ 0,56	0,44	1,00
Fl. 2 — — — $^3/_8$ Uhr 20	9,04	+ 0,88	0,80	1,68
Fl. 3 verhüllt ausgesetzt, $^2/_8$ Uhr 20 dem Lichte ausgesetzt, aufgenommen $^3/_8$ Uhr 20	8,00	÷ 0,16	0,80	0,64
Fl. 4 — — aufgenommen $^2/_8$ Uhr 20	7,72	÷ 0,44	0,44	..
Fl. 5 — — — $^3/_8$ Uhr 20	7,36	÷ 0,80	0,80	..

Versuch C.

$^4/_8$ Uhr 20—$^6/_8$ Uhr 20.

Das Wasser wurde aus einer Tiefe von 0,2 Meter geschöpft. Der Sauerstoffgehalt war 7,12 mg/l. Die Versuchsflaschen wurden sofort in eine Tiefe von 2 Meter ausgesetzt. Klarer Sonnenschein an beiden Versuchstagen. Die Temperatur an der Oberfläche war $^4/_8$ Uhr 20: 20°, $^5/_8$ Uhr 20: 20,5°, $^6/_8$ Uhr 20 : 21°.

	Gehalt von O_2 in mg/l	Zunahme von O_2 in mg/l	Respiration in mg/l	Reelle Assimilation in mg/l
Fl. 1 unverhüllt ausgesetzt, aufgenommen $^5/_8$ Uhr 20	8,08	+ 0,96	0,36	1,32
Fl. 2 — — — $^6/_8$ Uhr 20	8,68	+ 1,56	0,52	2,08
Fl. 3 verhüllt ausgesetzt, $^5/_8$ Uhr 20 dem Lichte ausgesetzt, aufgenommen $^6/_8$ Uhr 20	7,28	+ 0,16	0,52	0,68
Fl. 4 — — aufgenommen $^5/_8$ Uhr 20	6,76	÷ 0,36	0,36	..
Fl. 5 — — — $^6/_8$ Uhr 20	6,60	÷ 0,52	0,52	..

Aus Versuch A sieht man, dass sich die Assimilationsintensität während einer Versuchszeit von 24 Stunden nicht merkbar ändert. Vor und nach der Kulmination der Sonne sind dieselben Sauerstoffmengen durch die Assimilation ausgeschieden. Flasche 2, die von Sonnenaufgang bis 12 Uhr Mittags belichtet wurde, und Flasche 3, die von 12 Uhr bis Sonnenuntergang belichtet wurde, hatten am Abschluss des Versuches denselben Sauerstoffgehalt. Flasche 1, die den ganzen Tag belichtet wurde, hatte einen Sauerstoffgehalt, der mit der Sauerstoffausscheidung in den Flaschen 2 + 3 übereinstimmte.

Die Versuche B und C zeigen, wie die Assimilations- und Respirationsintensitäten sich verhalten, wenn die Versuchszeit 48 Stunden beträgt. Im Versuche B wurde am ersten Tag 1,00 mg O_2/l durch die Assimilation ausgeschieden. In einer Flasche, die am ersten Tag belichtet war, betrug die Assimilation am zweiten Tag 0,68 mg O_2/l, während sie in einer Flasche, die am ersten Tag verhüllt gewesen war, am zweiten Tag 0,64 mg O_2/l betrug, also am zweiten Tag eine durchschnittliche Abnahme der Assimilationsintensität von 32 %. Die Respirationsintensität zeigte im Verlaufe der letzten 24 Stunden eine Abnahme, die 23 % betrug. An beiden Tagen war Sonnenschein von Morgen bis zum Abend.

Im Versuche C wurde am ersten Tag 1,32 mg O_2/l durch die Assimilation ausgeschieden. In einer

Flasche, die am ersten Tag belichtet war, betrug die Assimilation am zweiten Tag 0,76 mg O_2/l, während sie in einer Flasche, die am ersten Tag verhüllt gewesen war, am zweiten Tag 0,68 mg O_2/l betrug, also am zweiten Tag eine durchschnittliche Abnahme der Assimilationsintensität von 43 %. Die Respirationsintensität zeigte in derselben Zeit eine Abnahme, die 56 % betrug. Wie beim vorigen Versuch schien die Sonne an beiden Tagen ununterbrochen. Die etwas grössere Abnahme der Lebensfunktionen im Versuch C wird wahrscheinlich durch die etwas höhere Temperatur hervorgerufen.

Diese Versuche zeigen, dass man eine Versuchszeit von 24 Stunden brauchen kann, aber diese Grenze darf man nicht überschreiten. In den Versuchen von Gaarder und Gran (1927), die bis zu 96 Stunden dauerten, sind die Werte für die Respirations- und Assimilationsintensität darum viel zu niedrig.

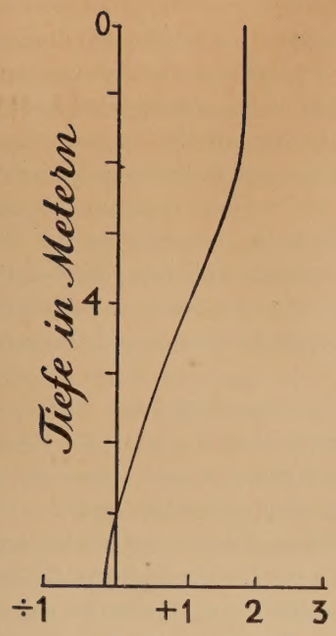
In den Tabellen 1—11 werden durch die Menge des ausgeschiedenen Sauerstoffs Werte gegeben für die tägliche Produktion von organischem Stoff. Die Werte sind natürlich nur relativ absolut in den Tiefen 8 und 0,2 Meter, woher das Wasser für die Versuchsflaschen geschöpft wurde, und auch in diesen Tiefen muss man damit rechnen, dass das Plankton ausserhalb der Flaschen während des Versuches sich verändert hat. Vergleicht man die Produktion an den verschiedenen Tagen, sieht man, dass die Unterschiede recht gross sind. In einer Tiefe von 0,2 Meter variiert die in 24 Stunden durch die Assimilation ausgeschiedene Sauerstoffmenge von 0,68 mg/l (den $^{30}/_{7}$) bis 2,44 mg/l (den $^{28}/_{7}$). Ziemlich parallel mit dieser Variation der Assimilation läuft die Variation der Respiration; sie ist eine Folge der verschiedenen Menge und Zusammensetzung des Planktons. Als Vergleich kann man die Tabelle 12 gebrauchen, wo die quantitative Zusammensetzung des Planktons einer Reihe von Versuchstagen gegeben wird. Es muss bemerkt werden, dass das Wasser, das aus einer Tiefe von 8 Meter geschöpft wurde, praktisch genommen immer einen grösseren Planktongehalt und eine grössere Stoffproduktion als das Wasser aus 0,2 Meter hatte.

Die Figuren 1—6 zeigen in Kurvenform das Verhältnis der Sauerstoffproduktion zur Tiefe. Der Schneidepunkt der Kurve mit der Ordinate ergibt sich als der Kompensationspunkt der täglichen Stoffproduktion, d. h. die Tiefe, in welcher sich die Assimilation und Respiration innerhalb 24 Stunden im Gleichgewicht befindet. Diese Tiefe ist ungefähr 7 Meter mit Ausnahme des Versuches ($^{31}/_{7}$—$^{1}/_{8}$), wo sie nur 4,5 Meter beträgt.

Marshall und Orr fanden bei ihren Versuchen mit Reinkulturen der Diatomé Coscinosira polychorda in Loch Striven in Schottland, dass sich der Kompensationspunkt im Sommer in einer Tiefe von 20—30 Meter befand. Es ist aber schwierig, diese Werte, die bei Versuchen mit Kulturen, die ausser der Diatomé nur Bakterien enthielten, mit Resultaten, die mit Rohplankton gewonnen sind, zu vergleichen. Ausserdem ist vielleicht Coscinosira polychorda nur wenig lichtbedürftig, während die Hauptmasse der Sommerdiatomeen ein viel grösseres Lichtbedürfnis haben.

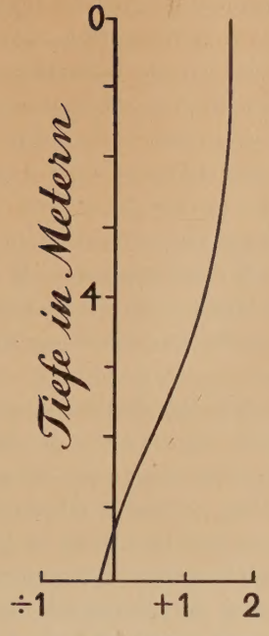
Gran und Thompson (1930) fanden bei zwei Versuchen mit Rohplankton in East Sound, Orcas Island an der Westküste von Kanada, dass der Kompensationspunkt in einer Tiefe von 19 bzw. 10 Meter lag. Aber diese Tiefen sind zu gross, wenn man mit dem Kompensationspunkt der täglichen Stoffproduktion rechnet. Es wurde nur eine kurze Versuchszeit gebraucht. Obwohl in einer bestimmten Tiefe die Photosynthese in 4 der best beleuchteten Stunden die Respiration ersetzt, wird die Sache eine ganz andere, wenn die Versuchszeit auf 24 Stunden erweitert wird. Der tägliche Kompensationspunkt hat darum viel näher an der Oberfläche gelegen, wahrscheinlich in ungefähr derselben Tiefe wie bei den Versuchen in Frederikshavn.

Bei der Bestimmung des Kompensationspunktes muss man darüber klar sein, dass es sich um ein sehr heterogenes Plankton handelt, das ausser den autotrophen Pflanzen auch Organismen enthält, die keine Photosynthese haben; in erster Linie kommen wohl hier die Bakterien in Betracht. Der Kompensationspunkt ist darum nicht der Gleichgewichtspunkt zwischen der Assimilation und Respiration der Diatomeen, sondern der Gleichgewichtspunkt für sämtliche Organismen. Wie gross die Respiration der autotrophen Organismen im Verhältnis zu derjenigen der heterotrophen in den verschiedenen Versuchen ist, ist schwer zu entscheiden. In den Versuchen in Frederikshavn variiert der Quotient $\frac{\text{Assimilation}}{\text{Respiration}}$ in 24 Stunden in einer



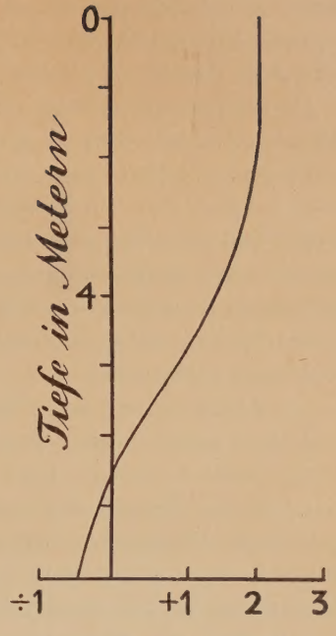
Sauerstoffproduktion mg/l.

Fig. 1. Versuch $^{28}/_{7}$—$^{29}/_{7}$.



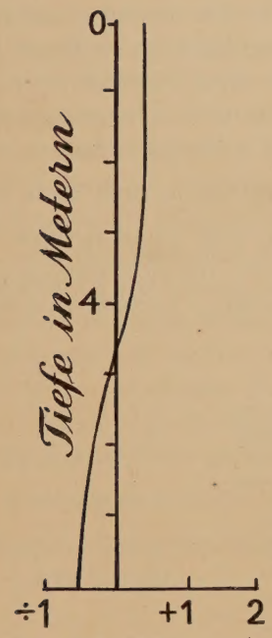
Sauerstoffproduktion mg/l.

Fig. 2. Versuch $^{29}/_{7}$—$^{30}/_{7}$.



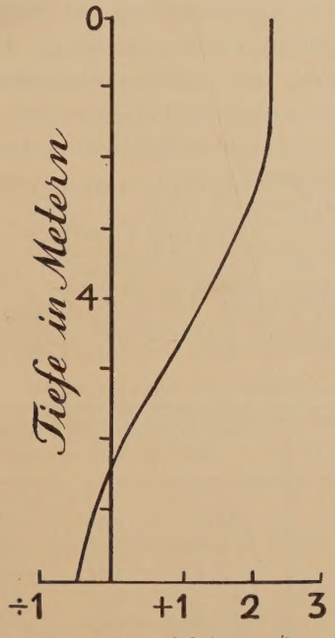
Sauerstoffproduktion mg/l.

Fig. 3. Versuch $^{30}/_{7}$—$^{31}/_{7}$.



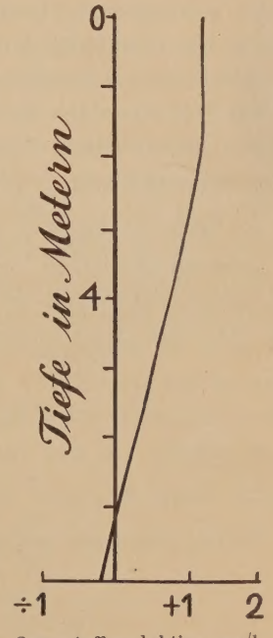
Sauerstoffproduktion mg/l.

Fig. 4. Versuch $^{31}/_{7}$—$^{1}/_{8}$.



Sauerstoffproduktion mg/l.

Fig. 5. Versuch $^{4}/_{8}$—$^{5}/_{8}$.



Sauerstoffproduktion mg/l.

Fig. 6. Versuch $^{5}/_{8}$—$^{6}/_{8}$.

Tiefe von 0,2 Meter von 1,8—5,1. Der nächstniedrige Quotient 2,3 wurde bei einem Versuche $^1/_7$—$^2/_7$ gefunden, wo das Licht optimal war, indem die Sonne vom Morgen bis zum Abend klar schien. Der niedrigste Quotient 1,8 wurde dagegen an einem Tage gefunden, wo die Lichtstärke sehr gering war. Dieser niedrige Quotient ist jedoch kaum eine Folge der geringen Lichtstärke, aber auch in diesem Falle durch den grossen Gehalt der heterotrophen Organismen im Verhältnis zu den autotrophen veranlasst. Die Assimilation in einer Tiefe von 2 und 0,2 Meter war dieselbe. Wäre das Licht in einer Tiefe von 0,2 Meter ein begrenzender Faktor gewesen, wäre dies um so mehr der Fall gewesen in einer Tiefe von 2 Meter. Der höchste Quotient 5,1 liegt wahrscheinlich schon ziemlich weit von demjenigen der Diatomeen, jedenfalls wenn man ihn mit der Respiration und Assimilation der Grünalge Chlorella vergleicht. Warburg (1919) fand, dass diese Alge unter günstigsten Bedingungen bei 25° in etwa 2 Minuten ein ihrem Eigenvolumen gleiches Volumen an Sauerstoff ausschied, während sie im Dunkeln unter sonst gleichen Bedingungen $^1/_{20}$ bis $^1/_{30}$ dieses Volumens an Atmungskohlensäure ausschied.

Marshall und Orr (1928) fanden, dass ihre Kulturen von Coscinosira polychorda in einer Tiefe von 1—2 Meter eine kräftigere Assimilation hatten als grade an der Oberfläche. Das kräftige Licht an der Oberfläche wirkte hemmend. Eine solche Hemmung wurde mit einer einzigen Ausnahme, wo der Unterschied innerhalb der Grenzen der Versuchsfehler lag, bei den vorliegenden Versuchen nicht gefunden. Man könnte annehmen, dass die Resultate von Marshall und Orr dadurch verursacht wurden, dass sie mit künstlichen Kulturen, die in schwachem Lichte aufgewachsen sind, gearbeitet haben; aber auch bei einem Versuche mit Rohplankton im Juli fanden die Forscher eine Hemmung der Assimilation sowohl an der Oberfläche wie in einer Tiefe von 0,5 Meter. Dieser Versuch wurde während 5 der best beleuchteten Stunden am Tage gemacht. Bei den Versuchen in Frederikshavn war die Assimilation in 0,2 Meter während der hellen Stunden am Tage vielleicht auch niedriger als in 2 Meter, aber der Unterschied wurde dann in den weniger hellen Stunden ausgeglichen.

Es bestand die Absicht, den Einfluss der Lichtstärke auf die Assimilationsintensität in den verschiedenen Tiefen zu zeigen, aber die vorliegenden Untersuchungen gaben in Wirklichkeit negative Resultate. Da die Versuche mit Plankton, dessen Zusammensetzung sich stark von Tag zu Tag veränderte, gemacht wurden, war es unmöglich die Assimilation in Relation zur Anzahl der autotrophen Pflanzen, in diesem Falle der Diatomeen, zu bringen. Eine Zelle von Chaetoceros radians assimiliert nur einen Bruchteil einer Zelle von Rhizosolemia alata, die wiederum viel weniger assimiliert als eine Zelle von Cerataulina Bergonii. Andrerseits war es auch nicht möglich die Assimilation in Relation zu der Respiration zu bringen, da, wie schon gezeigt, das Verhältnis $\frac{\text{autotrophe Organismen}}{\text{heteroterophe Organismen}}$ stark wechselt. Da die Assimilation in einer Tiefe von 2 und 0,2 Meter praktisch genommen in allen Versuchen dieselbe war, kann man wohl damit rechnen, dass das Licht bei sämtlichen Versuchen in diesen zwei Tiefen kein begrenzender Faktor von Bedeutung gewesen ist. In einer Tiefe von 2 und 0,2 Meter kann man darum die Assimilationsintensität = 1 setzen. In 5 und 8 Meter hat man dann folgende Werte für die Assimilationsintensität.

Versuch	Assimilationsintensität in 5 m	Assimilationsintensität in 8 m
$^{28}/_7$—$^{29}/_7$	1,04 : 2,40 = 0,43	0,52 : 2,40 = 0,22
$^{29}/_7$—$^{30}/_7$	1,16 : 2,20 = 0,53	0,48 : 2,20 — 0,22
$^{30}/_7$—$^{31}/_7$	1,40 : 2,84 = 0,49	0,32 : 2,84 = 0,11
$^{31}/_7$—$^1/_8$	0,60 : 1,08 = 0,56	0,20 : 1,08 = 0,19
$^4/_8$—$^5/_8$	1,36 : 3,16 = 0,43	0,40 : 3,16 = 0,13
$^5/_8$—$^6/_8$	1,08 : 1,78 = 0,61	0,48 : 1,78 = 0,26

Von den Tagen, an welchen die obenstehenden Versuche stattfanden, wurden die niedrigsten Lichtstärken den $^{30}/_{7}$ und $^{1}/_{8}$ gemessen, den Versuchsreihen $^{29}/_{7}$—$^{30}/_{7}$ und $^{31}/_{7}$—$^{1}/_{8}$ entsprechend. Rechnet man damit, dass das Licht den $^{5}/_{8}$ ungefähr optimal war, wurde am $^{30}/_{7}$ durchschnittlich ein viertel der vollen Lichtstärke gefunden, und am $^{1}/_{8}$ ein fünftel. Man hätte darum auch erwarten können, dass man auch in diesen zwei Versuchsreihen in einer Tiefe von 5 und 8 Meter die relativ niedrigsten Werte für die Assimilationsintensität finden würde. Das ist aber durchaus nicht der Fall, was aus obenstehender Tabelle deutlich hervorgeht.

Es gibt aber noch einen Faktor, der die Assimilationsintensität in den verschiedenen Tiefen beeinflusst, nämlich die Durchsichtigkeit des Wassers, die abhängig von der Planktonmenge (und Detritusmenge) ist. Die kleinsten Werte für die Assimilationsintensität in einer Tiefe von 5 und 8 Meter wurden auch dann gefunden, wenn grosse Planktonmengen auftraten. Man sieht es am deutlichsten in dem Versuche $^{4}/_{8}$—$^{5}/_{8}$. Obwohl die Lichtmenge sehr gross war, war die Assimilationsintensität in 5 und 8 Meter niedrig, bzw. 0,43 und 0,13. Zur selben Zeit wurden auch sehr grosse Planktonmengen gefunden, beim Anfang des Versuches in einer Tiefe von 8 Meter 118.650 Diatomeen in 100 ccm und in einer Tiefe von 0,2 Meter 32.650 Diatomeen in 100 ccm, beim Abschluss des Versuches bzw. 51.400 und 22.700.

Wenn man auch mit diesem Faktor, der verschiedenen Durchsichtigkeit des Wassers, rechnet, ist es doch auffallend, dass man keine Abhängigkeit der Assimilationsintensität von der Lichtstärke wahrnimmt. War doch die Lichtstärke in der Versuchsreihe $^{31}/_{7}$—$^{1}/_{8}$ durchschnittlich nur ein fünftel der optimalen. Es liegt nahe anzunehmen, dass das direkte Sonnenlicht nur in geringem Grade in das Wasser hinunterdringt, während dagegen das diffuse Licht eine tiefere Wirkung hat. Jedenfalls muss man nicht ausser Acht lassen, dass ein Problem hier vorliegt, dass näher untersucht werden muss.

Wir wollen jetzt zu der eigentlichen Hauptsache übergehen, nämlich berechnen, wie gross die Produktion von organischem Stoff auf 1 m² Meeresoberfläche ist. Wir werden mit der Versuchsreihe $^{28}/_{7}$—$^{29}/_{7}$ anfangen. Wie man aus den Zahlen für die Respiration und Assimilation lesen kann (Tabelle 5), war die Menge und Zusammensetzung des Planktons praktisch genommen dieselbe in den Tiefen 0,2 und 8 Meter. Das Wasser, das aus einer Tiefe von 0,2 Meter geschöpft wurde, hatte, ausgesetzt in eine Tiefe von 2 Meter in 24 Stunden eine Assimilation von 2,36 mg O_2/l und eine Respiration von 0,60 mg O_2/l, während Wasser, das aus 8 Meter geschöpft wurde, ausgesetzt in eine Tiefe von 2 Meter, eine Assimilation und Respiration zeigte, die 2,40 bzw. 0,62 mg O_2/l betrug. Man kann deshalb annehmen, dass die Kurve in der Fig. 1 ziemlich identisch mit der eigentlichen Produktionskurve ist. Berechnet man nach der Kurve den gesamten Produktionsüberschuss (Assimilation ÷ Respiration) auf 1 m² Meeresoberfläche von der Oberfläche bis zum Kompensationspunkt, erhält man einen Wert von 7,1 g Sauerstoff, dass zu Glukose umgerechnet 6,7 g beträgt.

Aus den Versuchen an den andern Tagen ist eine solche Berechnung nicht möglich, da die Planktonmengen in 0,2 und 8 Meter recht verschieden sind. Es ist jedoch möglich, einen Mittelwert für den Produktionsüberschuss zu finden. Während in dem Versuche $^{28}/_{7}$—$^{29}/_{7}$ in einer Tiefe von 2 Meter mit einer Assimilationsintensität von 2,40 mg O_2/l gerechnet wurde, beträgt der Mittelwert der Assimilationsintensität in einer Tiefe von 2 Meter von Wasser der 6 grossen Versuchsreihen (Tabellen 5, 6, 7, 8, 10, 11) sowohl aus 8 und 0,2 Meter 1,78 mg O_2/l. Wenn man annimmt, dass die Kurve $^{28}/_{7}$—$^{29}/_{7}$ eine Durchschnittskurve ist, betrug dann der durchschnittliche tägliche Produktionsüberschuss auf 1 m² Meeresoberfläche von der Oberfläche bis zum Kompensationspunkt in dem Zeitraum $^{28}/_{7}$—$^{5}/_{8}$ $\frac{6{,}7 \times 1{,}78}{2{,}40} = 4{,}97$ g Glukose, in einem Monat 0,15 kg. Als Vergleich kann angeführt werden, dass die Produktion im Walde in einer ganzen Vegetationsperiode auf 1 m² 1,4 kg beträgt.

Tabelle 1.

Versuch $^{23}/_{7}$ Uhr 20—$^{24}/_{7}$ Uhr 20.

Den $^{24}/_{7}$ klarer Sonnenschein den ganzen Tag. Lichtmenge Uhr 12 60.000 »Lux«.

Die Tiefe, aus welcher die Probe stammt, in Meter	Die Tiefe während des Versuches in Meter	Die ursprüngliche Sauerstoffmenge in mg/l	Sauerstoffzunahme in den belichteten Flaschen in mg/l	Sauerstoffverbrauch bei der Respiration in mg/l	Die durch die Assimilation ausgeschiedene totale Menge Sauerstoff in mg/l	Assimilation / Respiration
0,2	2	8,32	0,80	0,36	1,16	3,2

Tabelle 2.

Versuch $^{25}/_{7}$ Uhr 9^{30}—$^{26}/_{7}$ Uhr 9^{30}.

Den $^{25}/_{7}$ klarer Sonnenschein den ganzen Tag. Lichtmenge Uhr 12 65.000 »Lux«. Den $^{26}/_{7}$ Regen den ganzen Morgen. Die Temperatur an der Oberfläche war beim Anfang des Versuches 16,5°, am Schluss 17,0°. In der Probe aus 0,2 Meter Tiefe wurden in 100 ccm 27.175 Diatomeen gezählt.

Die Tiefe, aus welcher die Probe stammt, in Meter	Die Tiefe während des Versuches in Meter	Die ursprüngliche Sauerstoffmenge in mg/l	Sauerstoffzunahme in den belichteten Flaschen in mg/l	Sauerstoffverbrauch bei der Respiration in mg/l	Die durch die Assimilation ausgeschiedene totale Menge Sauerstoff in mg/l	Assimilation / Respiration
0,2	0,2	7,16	1,06	0,26	1,32	5,1
0,2	2	7,16	1,10	0,26	1,36	5,2

Tabelle 3.

Versuch $^{26}/_{7}$ Uhr 20—$^{27}/_{7}$ Uhr 20.

Den $^{27}/_{7}$ stark bewölkt den ganzen Tag. Lichtmenge Uhr 9 — 9.000 »Lux«, 10 — 9.000, 12 — 12.000, 14 — Regen, 15 — 10.000, 16 — 10.000, 18 — Regen. Die Temperatur an der Oberfläche beim Anfang des Versuches 17,0°, am Schluss 16,8°.

Die Tiefe, aus welcher die Probe stammt, in Meter	Die Tiefe während des Versuches in Meter	Die ursprüngliche Sauerstoffmenge in mg/l	Sauerstoffzunahme in den belichteten Flaschen in mg/l	Sauerstoffverbrauch bei der Respiration in mg/l	Die durch die Assimilation ausgeschiedene totale Menge Sauerstoff in mg/l	Assimilation / Respiration
8	2	8,48	1,44	0,40	1,84	4,6
0,2	2	7,32	0,76	0,36	1,12	3,1

Tabelle 4.

Versuch $^{27}/_{7}$ Uhr 20—$^{28}/_{7}$ Uhr 20.

Den $^{28}/_{7}$ vormittags bewölkt, nach 14 Uhr Sonnenschein. Lichtmenge Uhr 9 — 17.000 »Lux«, 11 — 17.000, 13 — Regen, 15 — 50.000. Die Temperatur an der Oberfläche war beim Anfang des Versuches 16,8°, am Schluss 16,5°.

Die Tiefe, aus welcher die Probe stammt, in Meter	Die Tiefe während des Versuches in Meter	Die ursprüngliche Sauerstoffmenge in mg/l	Sauerstoffzunahme in den belichteten Flaschen in mg/l	Sauerstoffverbrauch bei der Respiration in mg/l	Die durch die Assimilation ausgeschiedene totale Menge Sauerstoff in mg/l	Assimilation / Respiration
0,2	2	7,84	1,12	0,32	1,44	4,5

Tabelle 5.

Versuch $^{28}/_{7}$ Uhr 20—$^{29}/_{7}$ Uhr 20.

Den $^{29}/_{7}$ klarer Sonnenschein den ganzen Tag. Lichtmenge Uhr 12 — 60.000 »Lux«. Die Temperatur an der Oberfläche war beim Anfang des Versuches 16,5°, am Schluss 16,0°.

Die Tiefe, aus welcher die Probe stammt, in Meter	Die Tiefe während des Versuches in Meter	Die ursprüngliche Sauerstoffmenge in mg/l	Sauerstoffzunahme in den belichteten Flaschen in mg/l	Sauerstoffverbrauch bei der Respiration in mg/l	Die durch die Assimilation ausgeschiedene totale Menge Sauerstoff in mg/l	Assimilation / Respiration
8	2	9,50	1,78	0,62	2,40	3,9
8	5	9,50	0,42	0,62	1,04	1,7
8	8	9,50	÷ 0,10	0,62	0,52	0,8
0,2	0,2	8,52	1,84	0,60	2,44	4,1
0,2	2	8,52	1,76	0,60	2,36	4,0

Tabelle 6.

Versuch $^{29}/_{7}$ Uhr 20—$^{30}/_{7}$ Uhr 20.

Den $^{30}/_{7}$ bewölkt den ganzen Tag. Lichtmenge Uhr 9 — 14.000 »Lux«, 11 — 10.000, 13 — 10.600, 15 — 8.400, 17 — 10.000, 19 — 6.000. Die Temperatur an der Oberfläche war beim Anfang des Versuches 16,0°, am Schluss 16,2°.

Die Tiefe, aus welcher die Probe stammt, in Meter	Die Tiefe während des Versuches in Meter	Die ursprüngliche Sauerstoffmenge in mg/l	Sauerstoffzunahme in den belichteten Flaschen in mg/l	Sauerstoffverbrauch bei der Respiration in mg/l	Die durch die Assimilation ausgeschiedene totale Menge Sauerstoff in mg/l	Assimilation / Respiration
8	2	8,72	1,64	0,56	2,20	4,0
8	5	8,72	0,60	0,56	1,16	2,1
8	8	8,72	÷ 0,08	0,56	0,48	0,88
0,2	0,2	8,12	0,96	0,36	1,32	3,7
0,2	2	8,12	0,80	0,36	1,16	3,2

Tabelle 7.

Versuch $^{30}/_{7}$ Uhr 20—$^{31}/_{7}$ Uhr 20.

Den $^{31}/_{7}$ leicht bewölkt. Lichtmenge Uhr 9 — 16.000 »Lux«, 11 — 18.000, 13 — 24.000, 15 — 42.000, 17 — 25.000, 19 — 10.000. Die Temperatur an der Oberfläche war beim Anfang des Versuches 16,2°, am Schluss 16,5°. In 100 ccm an der Oberfläche wurden 9.460 Diatomeen gezählt.

Die Tiefe, aus welcher die Probe stammt, in Meter	Die Tiefe während des Versuches in Meter	Die ursprüngliche Sauerstoffmenge in mg/l	Sauerstoffzunahme in den belichteten Flaschen in mg/l	Sauerstoffverbrauch bei der Respiration in mg/l	Die durch die Assimilation ausgeschiedene totale Menge Sauerstoff in mg/l	Assimilation / Respiration
8	2	7,36	2,20	0,64	2,84	4,4
8	5	7,36	0,86	0,64	1,40	2,2
8	8	7,36	÷ 0,32	0,64	0,32	0,5
0,2	0,2	8,20	0,44	0,24	0,68	2,8
0,2	2	8,20	0,32	0,24	0,56	2,3

Tabelle 8.

Versuch $^{31}/_{7}$ Uhr 20—$^{1}/_{8}$ Uhr 20.

Den $^{1}/_{8}$ stark überwölkt. Lichtmenge Uhr 9 — 2.000 »Lux«, 11 — 9.000, 13 — 6.000, 14 — 12,000, 16 — 7.000, 18 — 6.000, 19 — 6.000. Die Temperatur an der Oberfläche war am Anfang des Versuches 16,5°, am Schluss 16,6°. In 100 ccm in einer Tiefe von 8 Meter wurden 20.200 Diatomeen gezählt, in 0,2 Meter 3.300.

Die Tiefe, aus welcher die Probe stammt, in Meter	Die Tiefe während des Versuches in Meter	Die ursprüngliche Sauerstoffmenge in mg/l	Sauerstoffzunahme in den belichteten Flaschen in mg/l	Sauerstoffverbrauch bei der Respiration in mg/l	Die durch die Assimilation ausgeschiedene totale Menge Sauerstoff in mg/l	$\frac{\text{Assimilation}}{\text{Respiration}}$
8	2	9,12	0,32	0,76	1,08	1,4
8	5	9,12	÷ 0,16	0,76	0,60	0,76
8	8	9,12	÷ 0,56	0,76	0,20	0,26
0,2	0,2	7,68	0,32	0,40	0,72	1,8
0,2	2	7,68	0,32	0,40	0,72	1,8

Tabelle 9.

Versuch $^{1}/_{8}$ Uhr 20—$^{2}/_{8}$ Uhr 20.

Den $^{2}/_{8}$ klarer Sonnenschein den ganzen Tag. Die Temperatur an der Oberfläche war beim Anfang des Versuches 16,6°, am Schluss 17,5°. In 100 ccm in einer Tiefe von 0,2 Meter wurden 33,800 Diatomeen gezählt.

Die Tiefe, aus welcher die Probe stammt, in Meter	Die Tiefe während des Versuches in Meter	Die ursprüngliche Sauerstoffmenge in mg/l	Sauerstoffzunahme in den belichteten Flaschen in mg/l	Sauerstoffverbrauch bei der Respiration in mg/l	Die durch die Assimilation ausgeschiedene totale Menge Sauerstoff in mg/l	$\frac{\text{Assimilation}}{\text{Respiration}}$
0,2	0,2	8,16	0,56	0,44	1,00	2,3
0,2	2	8,16	0,56	0,44	1,00	2,3

Tabelle 10.

Versuch $^{4}/_{8}$ Uhr 20—$^{5}/_{8}$ Uhr 20.

Den $^{5}/_{8}$ klarer Sonnenschein den ganzen Tag. Lichtmenge Uhr 9 — 55.000 »Lux«, 11 — 70.000, 13 — 70.000, 15 — 55.000, 17 — 40.000, 19 — 10.000. Die Temperatur an der Oberfläche war beim Anfang des Versuches 20,0°, am Schluss 20,5°. In 100 ccm in einer Tiefe von 8 Meter wurden 118.650 Diatomeen gezählt, in 0,2 Meter 32.650.

Die Tiefe, aus welcher die Probe stammt, in Meter	Die Tiefe während des Versuches in Meter	Die ursprüngliche Sauerstoffmenge in mg/l	Sauerstoffzunahme in den belichteten Flaschen in mg/l	Sauerstoffverbrauch bei der Respiration in mg/l	Die durch die Assimilation ausgeschiedene totale Menge Sauerstoff in mg/l	$\frac{\text{Assimilation}}{\text{Respiration}}$
8	2	6,84	2,32	0,84	3,16	3,7
8	5	6,84	0,52	0,84	1,36	1,6
8	8	6,84	÷ 0,44	0,84	0,40	0,48
0,2	0,2	7,12	1,00	0,36	1,36	3,8
0,2	2	7,12	0,96	0,36	1,32	3,6

Tabelle 11.

Versuch $^5/_8$ Uhr 20—$^6/_8$ Uhr 20.

Den $^6/_8$ klarer Sonnenschein den ganzen Tag. Die Temperatur an der Oberfläche war beim Anfang des Versuches 20,5°, am Schluss 21,0°. In 100 ccm wurden in einer Tiefe von 8 Meter 51.400 Diatomeen gezählt, in 0,2 Meter 22.700.

Die Tiefe, aus welcher die Probe stammt, in Meter	Die Tiefe während des Versuches in Meter	Die ursprüngliche Sauerstoffmenge in mg/l	Sauerstoffzunahme in den belichteten Flaschen in mg/l	Sauerstoffverbrauch bei der Respiration in mg/l	Die durch die Assimilation ausgeschiedene totale Menge Sauerstoff in mg/l	Assimilation / Respiration
8	2	9,00	1,22	0,56	1,78	3,2
8	5	9,00	0,52	0,56	1,08	2,0
8	8	9,00	÷ 0,08	0,56	0,48	0,86
0,2	0,2	7,32	1,56	0,40	1,96	4,9
0,2	2	7,32	1,40	0,40	1,80	4,5

Tabelle 12.

Der Gehalt von Planktonorganismen in 100 ccm im Aussenhafen von Frederikshavn.

	$^{25}/_7$ 9^{30}	$^{30}/_7$ 20	$^{31}/_7$ 20		$^1/_8$ 20	$^4/_8$ 20		$^5/_8$ 20	
Tiefe in Meter	0,2	0,2	8	0,2	0,2	8	0,2	8	0,2
Die totale Menge Diatomeen	27.175	9.450	20.300	3.300	34.300	118.650	32.650	51.400	22.700
Asterionella japonica	..	..	..	..	125	..	..	..	..
Biddulphia aurita	..	..	..	..	..	75	..	..	..
Cerataulina Bergonii	775	50	600	..	150	150	100	350	..
Chaetoceros affinis	..	125	175	..	200	850	225	..	..
— brevis	..	..	100	..	..	..	500	..	..
— contortus	..	..	..	..	300	425	175	..	..
— curvisetus	..	..	225	..	..	..	..	..	..
— Lorenzianus	..	..	..	..	..	150	..	125	..
— radians	..	4.400	5.500	1.200	23.800	100.000	23.800	40.000	16.300
— spec.	150	425	..	..	850	1.350	1.000	800	575
Coscinodiscus spec.	..	50	425	100	25	275	100	25	..
Eucampia zoodiacus	..	..	..	..	..	..	..	50	..
Guinardia flaccida	50	150	4.100	..	400	650	..	175	..
Leptocylindrus danicus	150	125	..	300	..	200	..	250	500
Licmophora Lyngbyei	..	350	..	..	25	..	50	..	150
Nitzschia Closterium	25	..	225	50	100	225	..	300	100
— seriata	..	..	..	..	..	..	..	..	50
Rhizosolenia alata	475	950	800	225	3.300	4.200	3.000	3.000	2.700
— fragilissima	300	175	950	100	1.600	1.000	400	550	775
— Shrubsolei	50	200	1.575	50	100	850	225	450	150
— Stolterfothii	50	225	2.725	175	125	725	175	900	..
Sceletonema costatum	25.000	1.900	2.100	450	2.500	7.100	2.700	4.000	1.200
Thalassiosira spec.	..	25	125	125	100	75	..	125	50
Andere Diatomeen	150	300	675	525	100	350	200	300	150
Ceratium tripos	50	100	500	..	..	..	..	..	..
Andere Peridineen	..	500	175	250	400	75	425	375	825
Dinobryon pellucidum	..	..	..	..	..	..	..	..	425

Zitierte Literatur.

Boysen Jensen, P. Über neue Apparate zur Messung der Kohlensäureassimilation, der Respiration, der Öffnungsweite der Spaltöffnungen und der Beleuchtungsstärke. — Planta, 6. Band, 3. Heft, 1928.

Gaarder, T. and Gran, H. H. Investigations of the production of Plankton in the Oslo Fjord. Conseil permanent International pour l'Exploration de la Mer. — Rapports et Procès-Verbaux, Vol. 42, 1927.

Gran, H. H. and Thompson, T. The diatoms and the physical and chemical conditions of the sea water of the San Juan Archipelago. — Publications Puget Sound Biological Station, Vol. 7, 1930.

Marshall, S. M. and Orr, A. P. The relation of the plankton to some chemical and physical factors in the Clyde sea area. — Journ. Marine Biol. Assoc. Vol. 14, 1927.

Marshall, S. M. and Orr, A. P. The photosyntesis of Diatom cultures in the Sea. — Journ. Marine Biol. Assoc. Vol. 15, 1928.

Petersen, C. G. Joh. og Boysen Jensen, P. Havets Bonitering. I. Havbundens Dyreliv, dets Næring og Mængde. — Beretning fra Den danske biologiske Station. XX. 1911.

Pütter, A. Der Umfang der Kohlensäurereduktion durch die Planktonalgen. — Pflügers Archiv für die gesamte Physiologie. Bd. 205. 1924.

Warburg, O. Über die Geschwindigkeit der photochemischen Kohlensäurezersetzung in lebenden Zellen. — Biochemische Zeitschrift. Bd. 100. 1919.

500. 20/X 32.

MEDDELELSER FRA KOMMISSIONEN FOR HAVUNDERSØGELSER

Serie: Plankton.

Bd. I, Nr. 1 Ove Paulsen: Plankton-Investigations in the waters round Iceland in 1903. 2 Maps. 1904. 41 p.

» I, » 2 C. H. Ostenfeld: On two new marine species of Heliozoa occurring in the Plankton of the North Sea and the Skager Rak. 1904. 5 p. Kr. 2.00.

» I, » 3 Ove Paulsen: On some Peridineæ and Plankton-Diatoms. 1905. 7 p. Kr. 0.25.

» I, » 4 Ove Paulsen: Studies on the biology of Calanus finmarchicus in the waters round Iceland. 3 Plates. 1906. 21 p. Kr. 1.75.

» I, » 5 Ove Paulsen: The Peridiniales of the Danish Waters 1907. 26 p. Kr. 0.75.

» I, » 6 C. H. Ostenfeld: On the immigration of Biddulphia sinensis Grev. and its occurrence in the North Sea during 1903—07 and on its use for the study of the direction and rate of flow of the currents. 4 Charts and 5 Text-Figures. 1908. 44 p. Kr. 2.50.

» I, » 7 Aug. Brinkmann: Vorkommen und Verbreitung einer Planktonturbellarie *Alaurina composita* Mecz. in dänischen Gewässern. 12 Figuren und 1 Karte. 1909. 15 S. Kr. 0.50.

» I, » 8 Ove Paulsen: Plankton investigations in the waters round Iceland and in the North Atlantic in 1904. 9 Figures. 1909. 57 p. Kr. 1.75.

Bd. I, Nr. 9 Andreas Otterstrøm: Beobachtungen über die senkrechten Wanderungen des Mysisbestandes in der Ostsee bei Bornholm in den Sommermonaten 1906 und 1907. 1 Fig. 1910. 10 S. Kr. 0.25.

» I, » 10 C. H. Ostenfeld: A revision of the marine species of Chætoceras Ehbg. Sect. Simplicia Ostf. With 24 Figures in the text. 11 p.

» I, » 11 J. P. Jacobsen and Ove Paulsen: A new apparatus for measuring the volume of plankton samples by displacement. 6 p. 1912. Kr. 0.50.

» I, » 12 P. L. Kramp: Medusæ, Ctenophora and Chætognathi. From the Great Belt and the Kattegat in 1909. 1915. 20 p. Kr. 0.75.

» I, » 13 Ove Paulsen: Plankton and other biological investigations in the Sea around the Færoes in 1913. 6 Figures 1918. 27 p. Kr. 2.00.

» II, » 1 Gustawa Adler et P. Jespersen: Variations saisonnières chez quelques Copépodes planctoniques marins. 1920. 21 Figures. 39 Tab. 46 p. Kr. 3.00.

» II, » 2 P. Jespersen: Investigations on the Food of the Herring in Danish Waters. 1928. 12 Figures. 150 p. Kr. 10.00.

» II, » 3 P. Jespersen: On the Food of the Herring in Icelandic Waters. 1932. 5 Figures. 34 p. Kr. 2.65.

SKRIFTER UDGIVNE AF KOMMISSIONEN FOR HAVUNDERSØGELSER

Nr. 1 Johs. Schmidt: Fiskeriundersøgelser ved Island og Færøerne i Sommeren 1903. 10 Tavler. 1904. VI + 148 S. Kr. 5.00. Udsolgt.

» 2 Martin Knudsen: Havets Naturlære. Hydrografi. Med særligt Hensyn til de danske Farvande. 10 Figurer, 4 Tavler. 1905. 41 S. Kr. 1.75. Udsolgt.

» 3 Johan Hjort og C. G. Joh. Petersen: Kort Oversigt over de internationale Fiskeriundersøgelsers Resultater med særligt Henblik paa norske og danske Forhold. 10 Tavler. 1905. 54 S. Kr. 3.50.

» 4 Martin Knudsen, C. G. Joh. Petersen, C. F. Drechsel, C. H. Ostenfeld: De internationale Havundersøgelser 1902—07. 1908. 28 S. Kr. 0.75.

» 5 Bjarni Sæmundsson: Oversigt over Islands Fiske med Oplysning om deres Forekomst, vigtigste biologiske Forhold og økonomiske Betydning. 1 Kort. 1909. 140 S. Kr. 2.25.

Nr. 6 Andreas Otterstrøm: Sildens Afhængighed af forskellige hydrografiske og meteorologiske Forhold i Store Bælt. 2 Textfigurer. 1910. 52 S. Kr. 1.00.

» 7 A. C. Johansen: Om Rødspætten og Rødspættefiskeriet i Beltfarvandet med nogle Bemærkninger om de øvrige Flynderarter og Flynderfiskerier i samme Farvand. 23 Tavler, 14 Textfigurer. 1912. 158 Sider. Kr. 3.00.

» 8 Johs. Schmidt: Danske Undersøgelser i Atlanterhavet og Middelhavet over Ferskvandsaalens Biologi. 3 Tavler, 5 Textfigurer. 1912. 33 Sider. Kr. 1.50.

» 9 A. C. Johansen og J. Chr. Løfting: Om Fiskebestanden og Fiskeriet i Gudenaaens nedre Løb og Randers Fjord. — With an English Resumé. 4 Tavler. 42 Textfigurer. 1919. 169 Sider. Kr. 3.75.

» 10 Erik M. Poulsen: Om Hummeren og Hummerfiskeriet i de danske Farvande. 6 Textfigurer. 1927. 42 Sider. Kr. 1.00.

The name: »Kommissionen for Havundersøgelser« has from the 1st of September 1926 been changed to: »Kommissionen for Danmarks Fiskeri- og Havundersøgelser«.